

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS  
(STUDI KASUS: APARTEMEN SPRINGHILL TERRACE RESIDENCES)  
TUGAS AKHIR**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Program Studi Teknik Sipil



Oleh  
**NICKY RACHMAT FAUZAN**  
1500517

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2019**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS  
(STUDI KASUS: APARTEMEN SPRINGHILL TERRACE RESIDENCES)**

Oleh :  
Nicky Rachmat Fauzan

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Nicky Rachmat Fauzan 2019  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Tugas akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS  
(STUDI KASUS: APARTEMEN SPRINGHILL TERRACE RESIDENCES)**

**NICKY RACHMAT FAUZAN**

**1500517**

**Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :**

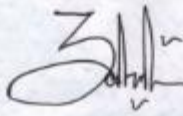
Pembimbing I



**Istiqomah, S.T., M.T.**

**NIP. 19711215 200312 2 001**

Pembimbing II



**Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.**

**NIP. 19801119 200912 1 003**

Mengetahui,

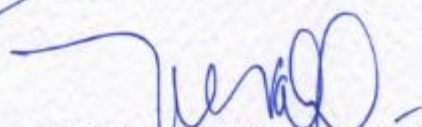
Ketua Departemen  
Pendidikan Teknik Sipil



**Dr. Rina Marina Masri, M.P.**

**NIP. 19650530 1991012 001**

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil



**Dr. H. Nang Dalil Herman, S.T., M.Pd.**

**NIP. 19620202 198803 1 002**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA DINAMIS  
(STUDI KASUS: APARTEMEN SPRINGHILL TERRACE RESIDENCES)**

**Nicky Rachmat Fauzan, Istiqomah<sup>1</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,

Universitas Pendidikan Indonesia

Email: [nickyfauz@gmail.com](mailto:nickyfauz@gmail.com)

[istiqomah@upi.edu](mailto:istiqomah@upi.edu)

[bensnovr@yahoo.com](mailto:bensnovr@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Bangunan berpenampang persegi untuk perilaku akibat beban gempa bisa diprediksi, tetapi untuk bangunan bentuk podium akan lebih sulit diprediksi. Salah satu contoh terdapat pada Apartemen Springhill Terrace Residence. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perilaku bangunan yang berbentuk podium akibat beban gempa. Perilaku struktur tersebut diantaranya perpindahan, simpangan dan gaya geser bangunan. Analisis gempa dinamis menggunakan analisis *time history*. Pada level gempa rencana digunakan akselerogram 4 gempa aktual pilihan yaitu Gempa Landers, Gempa San Fernando, Gempa Northridge dan Gempa Tabas. Pemilihan rekaman gempa tersebut sesuai dengan magnitudo gempa di Jakarta sebesar 7.2. Berdasarkan analisis bangunan yang dikenai beban gempa dengan metode *time history* Gedung Apartemen Springhill Terrace Residences menunjukkan *total drift* di lantai atap sebesar 59.432 mm pada arah X dan 81.598 mm pada arah Y. *Drift* yang terjadi pada podium dan lantai 1 memiliki perbedaan, untuk podium sebesar 0.211 mm arah X dan 0.014 mm arah Y sedangkan lantai 1 sebesar 0.695 mm arah X dan 0.034 mm arah Y. Adapun kriteria kinerja gedung pada level kinerja *Immediate Occupancy*.

**Kata kunci:** Percepatan gempa, perilaku struktur, analisis *time history*, kinerja struktur

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

**PERFORMANCE ANALYSIS OF STRUCTURAL DUE TO DYNAMIC LOADS  
(CASE STUDY: SPRINGHILL TERRACE RESIDENCES APARTMENTS)**

**Nicky Rachmat Fauzan, Istiqomah<sup>1</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>**

S1 Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education,  
Indonesia University of Education

Email: [nickyfauz@gmail.com](mailto:nickyfauz@gmail.com)

[istiqomah@upi.edu](mailto:istiqomah@upi.edu)

[bensnovr@yahoo.com](mailto:bensnovr@yahoo.com)

**ABSTRACT**

*Square buildings for behavior due to earthquake load can be predicted, but for buildings the shape of the podium will be more difficult to predict. One example is in the Springhill Terrace Residence Apartment. The purpose of this study was to determine the behavior of podium-shaped buildings due to earthquake loads. Behavior of these structures including displacement, deviation and shear forces of buildings. Dynamic earthquake analysis uses time history analysis. At the earthquake level, the accelerometer 4 selected actual earthquake plan is used, namely Landers Earthquake, San Fernando Earthquake, Northridge Earthquake and Tabas Earthquake. The selection of the earthquake record is in accordance with the magnitude of the earthquake in Jakarta of 7.2. Based on the analysis of buildings that were subjected to earthquake loads using the time history method, the Springhill Terrace Residences Apartment Building showed a total drift on the roof floor of 59,432 mm in the X direction and 81,598 mm in the Y direction. Drift that occurred on the podium and 1st floor had differences, for a podium of 0.211 mm in the X direction and 0.014 mm in the Y direction while the 1st floor is 1.44 mm in the X direction and 0.04 mm in the Y direction. The building performance criteria are at the Immediate Occupancy performance level*

**Keywords:** *Earthquake acceleration, structural behavior, time history analysis, structural performance*

<sup>1</sup> Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesian University of Education

<sup>2</sup> Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesian University of Education

## DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Rumusan Masalah .....	2
Tujuan Penelitian .....	3
Manfaat Penelitian .....	3
Struktur Organisasi Penelitian.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1.Tinjauan Struktur Gedung .....	5
2.1.1. Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan .....	5
2.2.Model Matematik Struktur Isolasi Pada Bangunan.....	6
2.2.1. Derajat Kebebasan ( <i>Degree Of Freedom</i> ) .....	7
2.2.2. Struktur SDOF Akibat <i>Base Motion</i> .....	7
2.2.3. Persamaan Differensial Struktur MDOF .....	7
2.3.Perencanaan Tahan Gempa Berbasis Kinerja.....	8
2.4.Gaya Geser Beton Bertulang .....	9
2.5.Ketentuan Umum Gedung Terhadap Pengaruh Gempa .....	9
2.5.1. Gempa Rencana .....	9
2.5.2. Kategori Risiko Struktur Bangunan .....	9
2.5.3. Faktor Keutamaan.....	10

2.5.4. Koefisien Modifikasi Respon .....	10
2.5.5. Klasifikasi Situs .....	11
2.5.6. Zonasi Gempa Indonesia.....	13
2.5.7. Periode Getar Alami Struktur .....	13
2.5.8. Koefisien Dasar Seismik.....	15
2.5.9. Kategori Desain Seismik.....	15
2.5.10. Kontrol Desain .....	16
2.5.11. Percepatan Puncak di Permukaan Tanah .....	17
2.5.12. Penskalaan Percepatan Puncak Permukaan Tanah .....	19
2.6.Prinsip dan Kaidah Perencanaan .....	19
2.6.1. Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa .....	19
2.6.2. Respon Struktur Akibat Beban Lateral .....	20
2.6.3. Pembebanan .....	20
2.6.4. Respon Spektrum.....	23
2.6.5. Time History .....	26
2.7.Kinerja Struktur .....	27
2.7.1. Kinerja Batas Layan.....	27
2.7.2. Kinerja Batas Ultimit .....	28
2.7.3. Metode Penentuan Kinerja ATC-40 .....	28
2.8.ETABS 9.7.2 .....	30
2.9.Penelitian Terdahulu.....	31

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.Desain Penelitian .....	33
3.2.Lokasi Studi Kasus .....	36
3.3.Pengumpulan Data.....	37
3.4.Prosedur Penelitian .....	42
3.4.1. Studi Literatur .....	42
3.4.2. Pemodelan Struktur.....	44
3.4.3. Input Pembebanan.....	44
3.4.4. Running Struktur.....	48
3.4.5. Analisis Time History .....	49
3.4.6. Kinerja Struktur .....	54

## **BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Struktur Bangunan .....	56
4.2 Pembebanan.....	60
4.2.1 Perhitungan Pembebanan.....	60
4.2.2 Total Beban Struktur.....	62
4.2.3 Kombinasi Pembebanan.....	63
4.3 Temuan.....	64
4.3.1 Analisis Ragam Respon Spektrum.....	64
4.3.2 Analisis <i>Time History</i> .....	73
4.4 Pembahasan .....	76
4.4.1 Kontrol Gaya Geser .....	78
4.4.2 Kontrol Simpangan (SNI 1726-2012).....	79
4.4.3 <i>Drift</i> Pada Lantai Podium .....	83
4.4.4 Kinerja Batas Layan.....	85
4.4.5 Kinerja Batas Ultimit .....	88
4.4.6 Level Kinerja Menurut ATC-40 .....	90

## **BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI**

5.1 Simpulan.....	91
5.2 Implikasi dan Rekomendasi .....	91

DAFTAR PUSTAKA .....	92
----------------------	----

LAMPIRAN.....	94
---------------	----



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Deformasi Struktur Bangunan Akibat Beban Gempa Pada Struktur Konvensional Dengan Struktur Isolasi .....	6
Gambar 2.2. Gaya Geser Pada Balok .....	9
Gambar 2.3. Peta PGA .....	18
Gambar 2.4. Drift dan Interstory Drift .....	20
Gambar 2.5. Grafik Spektrum Respon Gempa .....	25
Gambar 2.6. Perbandingan RSP Aktual dan RSP Desain .....	26
Gambar 2.7. Kurva Kriteria Kinerja Struktur .....	29
Gambar 2.8. Software ETABS 9.7.1 .....	33
Gambar 3.1. Visual Desain 3D Apartemen Springhill Terrace Residences .....	34
Gambar 3.2. Tampak Depan Apartemen Springhill Terrace Residences .....	35
Gambar 3.3. Potongan Samping Apartemen Springhill Terrace Residences .....	35
Gambar 3.4. Diagram Alir P .....	36
Gambar 3.5. Lokasi Proyek Apartemen Springhill Terrace Residences .....	37
Gambar 3.6. Pemodelan Gedung Apartemen Springhill Terrace Residences Format 3D ETABS .....	43
Gambar 3.7. Pemodelan Gedung Apartemen Springhill Terrace Residences Format 3D ETABS .....	43
Gambar 3.8. Bagan Proses Analisis Respon Spektrum .....	48
Gambar 3.9. <i>Ground Motion</i> Gempa Landers-Lucerne Arah X .....	50
Gambar 3.10. <i>Ground Motion</i> Gempa Landers-Lucerne Arah Y .....	50
Gambar 3.11. <i>Ground Motion</i> Gempa North Ridge-Alhambra Arah X .....	51

Gambar 3.12. <i>Ground Motion</i> Gempa North Ridge-Alhambra Arah Y .....	51
Gambar 3.13. <i>Ground Motion</i> Gempa San Fernando-Pacoima Dam Arah X .....	52
Gambar 3.14. <i>Ground Motion</i> Gempa San Fernando-Pacoima Dam Arah Y .....	52
Gambar 3.15. <i>Ground Motion</i> Gempa Iran-Tabas Arah X .....	53
Gambar 3.16. <i>Ground Motion</i> Gempa Iran-Tabas Arah Y .....	53
Gambar 4.1. Denah Lantai 1 Apartemen Springhill Terrace Residence .....	56
Gambar 4.2. Denah Lantai 2 Apartemen Springhill Terrace Residence .....	56
Gambar 4.3. Pemodelan 3D Struktur .....	64
Gambar 4.4. Ragam Respon Spektrum Desain (Jakarta) .....	66
Gambar 4.4. Penskalaan Gempa Masukan Landers Lucerne Arah X.....	73
Gambar 4.5. Penskalaan Gempa Masukan Landers Lucerne Arah Y .....	73
Gambar 4.6. Penskalaan Gempa Masukan NorthRidge Alhambra Arah X.....	74
Gambar 4.7. Penskalaan Gempa Masukan NorthRidge Alhambra Arah Y.....	74
Gambar 4.8. Penskalaan Gempa Masukan Pacoima Dam San Fernando Arah X ..	74
Gambar 4.9. Penskalaan Gempa Masukan Pacoima Dam San Fernando Arah Y ..	75
Gambar 4.10. Penskalaan Gempa Masukan Tabas Iran Arah X.....	75
Gambar 4.11. Penskalaan Gempa Masukan Tabas Iran Arah Y .....	75
Gambar 4.12. Perbandingan Simpangan Respon Spektra dan Time History arah X .....	81
Gambar 4.13. Perbandingan Simpangan Respon Spektra dan Time History arah Y .....	82

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori Risiko Struktur Bangunan Gedung .....	10
Tabel 2.2. Faktor Keutamaan .....	11
Tabel 2.3. Koefisien Modifikasi Respon.....	11
Tabel 2.4. Koefisien Modifikasi Respon.....	12
Tabel 2.5. Klasifikasi Situs .....	13
Tabel 2.6. Nilai Parameter dan Pendekatan $C_t \& x$ .....	14
Tabel 2.7. Koefisien untuk Batas Atas Perioda Yang Dihitung.....	15
Tabel 2.8. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda Pendek.....	16
Tabel 2.9. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 detik .....	16
Tabel 2.10. Koefisien Situs $F_{PGA}$ .....	18
Tabel 2.11. Berat Sendiri Material Bangunan.....	21
Tabel 2.12. Berat Satuan Komponen Bangunan .....	21
Tabel 2.13. Beban Hidup untuk Bangunan .....	22
Tabel 2.14. Koefisien Situs, $F_a$ .....	24
Tabel 2.15. Koefisien Situs, $F_v$ .....	24
Tabel 2.16. Level Kinerja ATC-40 .....	30
Tabel 3.1. Data Luas dan Tinggi Tiap Lantai .....	38
Tabel 3.2. Dimensi Balok.....	39
Tabel 3.3. Dimensi Kolom Lantai Tower Dasar .....	40
Tabel 3.4. Dimensi Kolom Lantai Podium Dasar .....	40
Tabel 3.5. Dimensi Kolom Lantai Tower 1-8 .....	40
Tabel 3.6. Dimensi Kolom Lantai Tower 9-17 .....	41
Tabel 3.7. Dimensi Kolom 18-Top Roof .....	41

Tabel 3.8. Dimensi Kolom Lantai Tower Top Roof-LMR .....	42
Tabel 3.9. Dimensi Pelat .....	42
Tabel 3.10. Dimensi Corewall Lantai Dasar-17.....	42
Tabel 3.11. Dimensi Corewall Lantai 18-Atap .....	42
Tabel 3.12. Mutu Beton .....	43
Tabel 3.13. Berat Jenis Material .....	45
Tabel 3.14. Beban Mati Tambahan .....	45
Tabel 3.15. Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ).....	46
Tabel 3.16. <i>Ground Motion</i> yang Digunakan Untuk Perhitungan Analisa Nonlinear <i>Time History</i> .....	51
Tabel 3.14. Beban Mati Tambahan .....	45
Data Luas dan Tinggi Tiap Lantai .....	38
Tabel 4.1 Tipe Kolom Tower.....	57
Tabel 4.2. Tipe Tower 1-8.....	57
Tabel 4.3. Tipe Kolom Podium.....	56
Tabel 4.4 Tipe Kolom Tower 9-17 .....	57
Tabel 4.5. Tipe Kolom Tower 18- Atap.....	57
Tabel 4.6. Tipe Kolom Tower LMR-Top Roof .....	57
Tabel 4.7. Tipe Balok.....	59
Tabel 4.8. Tipe Corewall.....	60
Tabel 4.9. Tipe Pelat Lantai .....	60
Tabel 4.10. Total Beban Struktur.....	62
Tabel 4.11. Tabel Respon Spektrum Desain .....	65
Tabel 4.12. Tabel Respon Spektrum Desain .....	67
Tabel 4.13. Tabel Analisis Respon Ragam 90% dari Massa Aktual .....	68
Tabel 4.14. Simpangan Antar Lantai Arah X Respon Ragam .....	71
Tabel 4.15. Simpangan Antar Lantai Arah X Respon Ragam .....	72

Tabel 4.15. Faktor Skala Gempa Time History .....	77
Tabel 4.16. <i>Base Shear</i> Time History .....	78
Tabel 4.17. <i>Base Shear</i> Time History Arah X Terfaktor Skala .....	78
Tabel 4.18. <i>Base Shear</i> Time History Arah Y Terfaktor Skala .....	78
Tabel 4.19. Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Arah-X .....	79
Tabel 4.20. Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa Arah-Y .....	80
Tabel 4.21. Drift Pada Lantai Podium .....	83
Tabel 4.22. Perbedaan Drift Lantai Podium dan Lantai 1 Gedung Apartemen Springhill terrace Residences .....	83
Tabel 4.23. Batas Layan Simpangan Arah X.....	85
Tabel 4.24. Batas Layan Simpangan Arah Y .....	86
Tabel 4.25. Batas Layan Ultimit Arah X .....	88
Tabel 4.26. Batas Layan Ultimit Arah Y .....	89
Tabel 4.27. Nilai Simpangan Lantai Atap.....	90

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1:** Surat Tugas Dosen Pembimbing

: Kartu Bimbingan Pembimbing 1

: Kartu Bimbingan Pembimbing 2

: Berita Acara Seminar Tugas Akhir 1

: Berita Acara Seminar Tugas Akhir 2

**LAMPIRAN 2 :** Pemilihan Akselerogram Konvergen Untuk Rekaman Gempa  
Analisis Timer History Menggunakan Program Seismomatch

**LAMPIRAN 3 :** *Shop Drawing*

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, Firman, dkk. (2014) Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Dengan Analisis Riwayat Waktu Terhadap Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS (Studi kasus: Hotel di Daerah Karangayar). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2, 124-128.
- Anggraini, Rita, dkk. (2016). Studi Eksperimental Perilaku Geser Balok Pada Sambungan Balok Kolom Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12, 24-29.
- ATC-40. (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of concrete Buildings. Vol 1. California: Applied Technology Council.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Rumah dan Gedung. SNI 1726-2002. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung (SNI 1726:2012). Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013). Jakarta: BSN.
- Chopra, Anil K. (1995). Dynamics of Structure. Berkeley: University of California.
- Departemen Pekerjaan Umum (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983). Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Dewobroto, Wiryanto (2005). Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa. Banten: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pelita Harapan Indonesia.
- Dewobroto, Wiryanto (2007). *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan ETABS Edisi Baru*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

- Elnashai, Amr S. dan Ligi Di Sarno. (2008). *Fundamentals of Earthquake Engineering*. John Wiley and sons. New York, USA.
- Faimun & Dilla. (2017). Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung. *Jurnal Teknik ITS*, 1, C-33 - C-38.
- Hariyanto, A. (2011). *Analisis Kinerja Struktur Pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respons Spektrum*. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Manalip, Sudarman H, dkk. (2014). Analisis Pushover Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium. *Jurnal Sipil Statik*, 2, 201-213.
- Purnomo, Edy. (2014). Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus: Bangunan Hotel Di Semarang). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 1, 569-570.
- Rendra, Rezky. (2015). Kinerja Struktur Akibat Gempa Dengan Metode Respon Spektrum dan Time History. *Annual Civil Engineering Seminar*, 1, 153-157.
- Limbongan, Steven. (2016). Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Sipil Statik*, 1, 499-506.
- University of Berkeley (t.t.). *Pasific Earthquakes Engineering Research Center*. Diakses dari: [peer.berkeley.edu](http://peer.berkeley.edu).
- Vis. W.C & Gideon H.K. (1993). *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Erlangga: Jakarta.